

非离子表面活性剂复配体系泡沫性的研究

刘泽晖, 陈蔚燕*

(青岛农业大学化学与药学院, 山东 青岛 266109)

摘要:通过对阴离子-非离子表面活性剂、非离子-非离子表面活性剂复配体系的起泡性和稳泡性研究发现,聚醚类非离子表面活性剂参与的复配体系泡沫性均较差。在体积比为 1:1 时,APG 与 AEO、APG 与 OP-10 复配体系在 6 和 8 h 的稳泡性高于单剂的稳泡性;在 SDS 与 AEO 的复配体系中,当体积比为 1:1 时,从 2~8 h 该复配体系的稳泡性一直高于单剂的稳泡性。由此可见,SDS 和 APG 复配体系均具有较好的泡沫性能,但非离子表面活性剂的起泡性和稳泡性均较低。

关键词:表面活性剂;复配;起泡性;稳泡性

中图分类号:O648.14

文献标志码:A

文章编号:0253-4320(2022)S2-0329-03

DOI:10.16606/j.cnki.issn0253-4320.2022.S2.066

Study on foam property of non-ionic surfactant compound system

LIU Ze-hui, CHEN Wei-yan*

(College of Chemistry and Pharmaceutical Sciences, Qingdao Agricultural University, Qingdao 266109, China)

Abstract:The foaming performance and foam stability of anionic/non-ionic surfactants and non-ionic/non-ionic surfactants complex systems are studied.It is found that the complex systems involving in polyether nonionic surfactants always have poor foaming properties.Under a volume ratio of 1:1, both APG/AEO and APG/OP-10 complex systems exhibit better form stability at 6 h and 8 h time point than single agent.Under a volume ratio of 1:1, SDS/AEO system has always shown a higher foam stability from 2 h to 8 h than single agent.It can be concluded that both SDS-containing and APG-containing complex systems have good foaming performance, and non-ionic surfactants show low foam property and foam stability.

Key words:surfactant; compounding; foaming property; foam stability

表面活性剂复配后的某些性质会超过单一表面活性剂的性质,工业生产中常通过复配得到性能“1+1>2”的表面活性剂产品^[1-2],以降低经济成本,所以对表面活性剂进行复配具有重要的使用和理论价值。表面活性剂的泡沫性是其重要的性能之一^[3-4],主要包括起泡性、稳泡性和抑泡性。泡沫在现实生活和工业应用中的价值也是较大的,泡沫有助于去除污垢;地毯香波的泡沫有助于去除固体颗粒;灭火需要丰富的泡沫才会有更好的效果;矿物的浮选也需要大量泡沫存在;在个人洗化、食品制造、化妆品制剂等领域也涉及泡沫的性能^[5-9]。

有研究表明,非离子表面活性剂与阴离子表面活性剂单剂的泡沫性均较强,非离子表面活性剂泡沫性运用的领域较多,但是其价格较高,为了达到节约成本的目的,本文以十二烷基苯磺酸钠(SDS)与 5 种非离子表面活性剂进行复配,并研究了非-非复配体系的泡沫性,以期为表面活性剂的实际应用提供理论指导。

1 材料与方法

1.1 试剂和仪器

脂肪醇聚氧乙烯醚(AEO),烷基糖苷(APG),壬基酚聚氧乙烯醚(OP-10),Tween-80,聚醚(polyether),SDS;LXJ-802 医用低速振荡器。

1.2 起泡性的测定

用 10 mL 移液管取 5 mL 待测液于 15 mL 具塞试管中,将装好待测液的具塞试管置于医用低速离心机振荡 10 min;将待测液静置 1 min,所读出的起泡高度即为待测液的起泡高度。

1.3 稳泡性的测定

将装有离心后溶液的具塞试管置于试管架上,每隔 2 h 读一次泡沫高度,共读 8 h,观察泡沫变化情况。

1.4 数据处理

采用 Origin7.5 进行统计和作图。

收稿日期:2022-03-09;修回日期:2022-04-16

作者简介:刘泽晖(1998-),男,本科生;陈蔚燕(1978-),女,博士,副教授,主要从事物理化学和表面活性剂化学的教学和研究,通讯联系人,99284674@qq.com。

2 实验结果与讨论

2.1 非离子表面活性剂与非离子表面活性剂复配体系起泡性

在实际生活中,很多洗化用品的成分里均同时含有两种以上的非离子表面活性剂,表面活性剂复配的目的是产生加和增效作用,因此采取 APG 与 4 种非离子表面活性剂复配,测定复配体系起泡性的数据如图 1 所示。从图 1 可以看出,单剂的起泡泡沫高度除了聚醚之外均高于复配体系;复配体系均呈现出起泡性不高的特点,APG/AEO、APG/OP-10 复配体系在 1:1 时显示出较其他复配体系更高的起泡性。复配使用的两种表面活性剂,在界面上形成混合单分子吸附层,在溶液内部形成混合胶束。不论是混合单分子层还是混合胶束中,它们分子间均存在相互作用力 β ,一般认为非离子与非离子复配体系中的相互作用力 β 是最小的,这一点通过上述实验得到了验证。这种吸引力主要来源于分子间的相互静电引力,与表面活性剂的分子结构密切相关,并受温度和电解质等外界因素的影响。

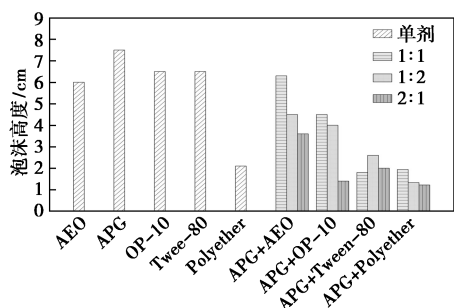


图 1 APG 与 4 种非离子表面活性剂复配体系起泡性比较

2.2 非离子表面活性剂与阴离子表面活性剂复配体系起泡性

由于加和增效产生的概率随着表面活性剂分子间相互作用力的增加而增大,因此与阴离子表面活性剂产生加和增效作用可能性最大的是阴离子-阳离子和阴离子-两性型表面活性剂的复配体系。在实验中采取 SDS 与 5 种非离子表面活性剂组成复配体系的起泡性数据如图 2 所示。从图 2 可以看出,单剂的起泡泡沫高度除了聚醚之外均高于复配体系;复配体系均呈现出起泡性不高的特点,SDS/聚醚、SDS/Tween-80、SDS/AEO 复配体系在 1:1 时显示出较其他复配体系更高的起泡性,这说明阴离子表面活性剂 SDS 与非离子表面活性剂复配后泡

沫性未得到提高。

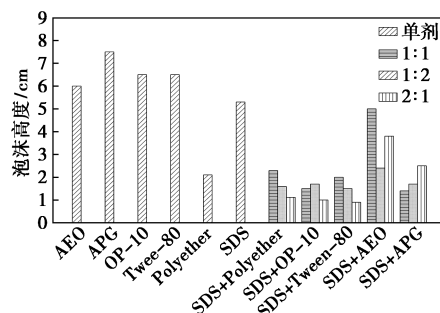
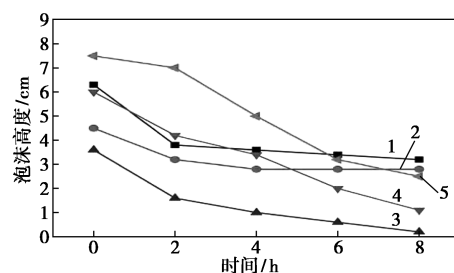


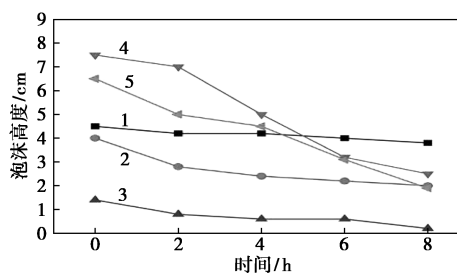
图 2 SDS 与 5 种非离子表面活性剂复配体系起泡性比较

2.3 非离子表面活性剂与非离子表面活性剂复配体系稳泡性

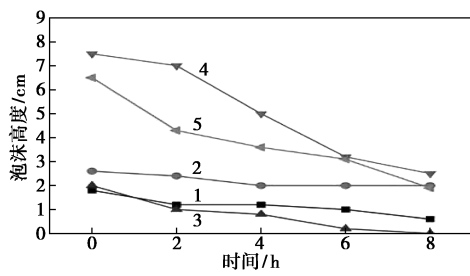
为了获得使用的舒适感,在大多数洗发香波中含有的表面活性剂均具有一定的发泡稳泡作用。非离子表面活性剂具有一定的稳泡作用,采取非离子表面活性剂 APG 与 4 种非离子表面活性剂复配,测定复配体系泡沫性数据如图 3 所示。图 3(a) 中的 AEO 单剂和 APG 单剂的稳泡性高于复配体系,只在 8 h 时 1:1 体积比的复配体系泡沫高度高于单剂;图 3(b) 中 APG 与 OP-10 的体系规律同图 3(a);图 3(c) 中 APG 与 Tween-80 的复配体系在稳泡性上均低于单剂;图 3(d) 中 APG 与聚醚的复配体系稳泡性均较差。可见聚醚类非离子表面活性剂在起泡性和稳泡性上的作用较差,据文献报道,该类表面活性剂通常划分在抑泡剂中。



1—1:1; 2—1:2; 3—2:1; 4—AEO; 5—APG
(a) AEO/APG

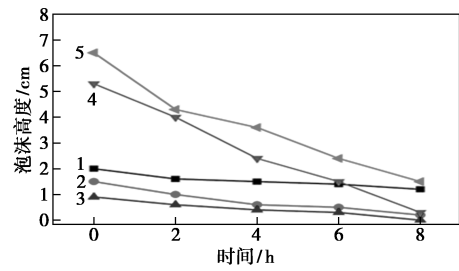


1—1:1; 2—1:2; 3—2:1; 4—APG; 5—OP-10
(b) APG/OP-10



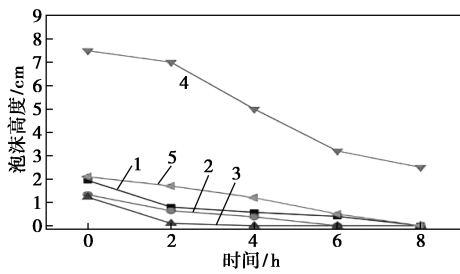
1—1:1;2—1:2;3—2:1;4—APG;5—Tween-80

(c) APG/Tween-80



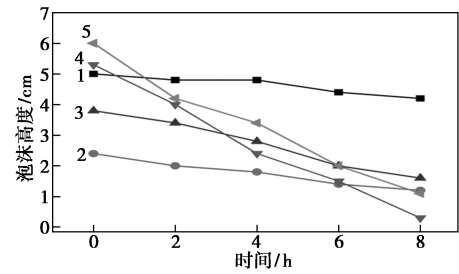
1—1:1;2—1:2;3—2:1;4—SDS;5—Tween-80

(c) SDS/Tween-80



1—1:1;2—1:2;3—2:1;4—APG;5—Polyether

(d) APG/聚醚



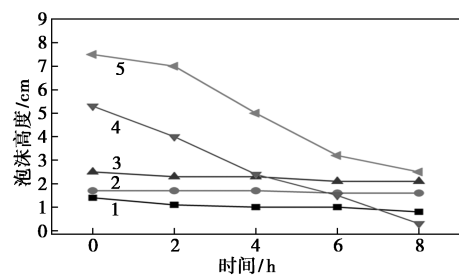
1—1:1;2—1:2;3—2:1;4—SDS;5—AEO

(d) SDS/AEO

图3 APG与4种非离子表面活性剂复配体系稳泡性研究

2.4 非离子表面活性剂与阴离子表面活性剂复配体系稳泡性

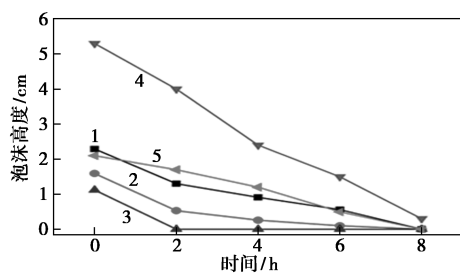
非离子表面活性剂 SDS 单剂的起泡性相对较好,在大多数的洗化用品中均含有 SDS,但有时泡沫太多也会影响使用,在冲洗过程中浪费水资源。SDS 与 5 种非离子表面活性剂复配体系稳泡性研究见图 4。图 4(a)、(b)、(c)、(e)的复配体系稳泡性



1—1:1;2—1:2;3—2:1;4—SDS;5—APG

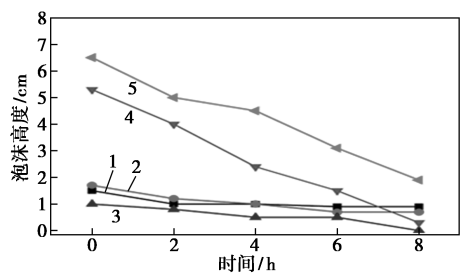
(e) SDS/APG

图4 SDS与5种非离子表面活性剂复配体系稳泡性研究



1—1:1;2—1:2;3—2:1;4—SDS;5—polyether

(a) SDS/聚醚



1—1:1;2—1:2;3—2:1;4—SDS;5—OP-10

(b) SDS/OP-10

均较单剂差,因此在实际应用时可通过适当添加非离子表面活性剂来调节 SDS 泡沫。图 4(d)中 SDS 与 AEO 复配,当二者的体积比为 1:1 时,从 2~8 h 复配体系的稳泡性显示出较优的性质,在实际应用中可用于需要大量泡沫的体系;体积比为 2:1 的 SDS 与 AEO 复配体系在 8 h 的泡沫高度也高于单剂。

3 结论

表面活性剂在实际应用中往往是由两种或多种表面活性剂复配使用,因此对表面活性剂复配体系的研究很重要。本文通过对阴离子-非离子表面活性剂、非离子-非离子表面活性剂复配体系的起泡性和稳泡性研究发现,聚醚类非离子表面活性剂与

(下转第 337 页)

明所合成油溶性稠油降黏剂与最初设计结构一致。

(3)降黏剂最佳评价温度为 50℃,最优加量为 500 mg/L,其降黏率可达 66%,同时具有较好的普适性。

(4)由于降黏剂 $\pi-\pi$ 键的存在使其能很好地与稠油中的芳环作用,从而使降黏剂能很好地分散稠油中的胶质和沥青质,降低稠油的黏度。

参考文献

- [1] 李熠宇,吴琼,徐鹏,等.基于分子模拟的新型油溶性降黏剂的制备及性能优化[J].化工进展,2020,39(12):5234-5242.
- [2] 李建波,杨海燕,钟小芳.油溶性降黏剂 SWLY-1 的合成及评价[J].应用化工,2012,41(3):445-447,452.
- [3] 全红平,黄志宇,张太亮,等.一种新型油溶性稠油降黏剂的合成及评价[J].世界科技研究与发展,2012,34(1):43-44,61.
- [4] 邢浪漫.一种含有羟基型的油溶性稠油降黏剂研究[D].成都:西南石油大学,2019.
- [5] Chemodanov A E, Morozova E V, Aliev F A. Comparative geochemical characterization of heavy oil with various genesis[J]. Geomicrobiology Journal, 2021, 38(7): 1-6.
- [6] Miyake J, Miyatake K. Fluorine-free sulfonated aromatic polymers as proton exchange membranes [J]. Polymer Journal, 2017, 49(6): 487-495.
- [7] Zhao Y, Zhao D Y, Zhong R Q, et al. Research status and prospect of heavy oil recovery technology [J]. Key Engineering Materials, 2021, 888: 111-117.
- [8] 潘恬恬.氢键和芳环堆积构筑的过渡金属配合物超分子体系的结构研究[D].杭州:浙江大学,2007.
- [9] Fang S W, Wang M L, Xu Z P, et al. Preparation of an amphoteric flocculant having both high polymer content and low viscosity and its polymerization kinetics [J]. Chinese Journal of Chemical Engineering, 2019, 27(1): 130-135.
- [10] 冯茹森,郭拥军,周薇,等.疏水缔合聚合物流变学测量方法研究 I:稳态剪切黏度[J].石油钻采工艺,2011,33(1):56-60.
- [11] 全红平,黄志宇,张太亮,等.油溶性枝型稠油降黏剂的合成与性能评价[J].油气地质与采收率,2012,19(1):69-71,115-116.
- [12] 陈宁宁,宋立新,郑云重,等.新型聚合油溶性稠油降黏剂的合成及性能研究[J].化学试剂,2017,39(2):134-136,140.
- [13] 赖南君,陈妹芳,祝仰文,等.部分支化预交联凝胶颗粒在多孔介质中的运移规律[J].精细石油化工,2021,38(3):28-34.
- [14] Shi B, Yu J, Tang T, et al. Study on UV spectrum and antioxidant properties of 3-tert-butyl-4-hydroxyanisole molecule [J]. Russian Journal of Physical Chemistry A, 2021, 95(2): 343-348.
- [15] Hirata G, Takeuchi K, Shimoharai Y, et al. In-situ formation of tertiary carbon center in the formation of congested C—O ether bonds [J]. Angewandte Chemie, 2021, 133(8): 3870-3870.
- [16] 李春敏,阚玉和,徐莹莹,等.推/拉电子取代基对 PCBM 结构及光谱性质影响的理论研究[J].高等学校化学学报,2012,33(3):591-597.
- [17] 王艳艳,梁书恩,田春蓉,等.可降解聚氨酯泡沫塑料的制备及性能[J].化工新型材料,2011,39(11):57-59,79.
- [18] 苏建荣.氢键、芳环堆积构筑的多维超分子结构的合成与结构研究[D].杭州:浙江大学,2006.
- [19] 耿向飞,胡星琪,罗丽娟,等.新型季铵盐双子表面活性剂 12-PZ-12 的合成及性能研究[J].应用化工,2011,40(10):1771-1773,1778. ■

(上接第 331 页)

其他表面活性剂复配时起泡性、稳泡性均较差;当体积比为 1:1 时,APG 与 AEO、APG 与 OP-10 复配体系在 6 和 8 h 时稳泡性高于单剂;当体积比为 1:1 时,SDS 与 AEO 复配体系从 2 h 开始至 8 h 的稳泡性一直高于单剂。

参考文献

- [1] 李刚森,蔡立芳,陈帅,等.AES 与 AEO₉ 复配体系表面活性的研究[J].精细与专用化学品,2016,24(6):20-22.
- [2] 刘晓臣,霍月青,白龙,等.不同离子头基对阴-非离子表面活性剂性能的影响[J].印染助剂,2018,35(5):39-41.
- [3] 赵瑞格,张卫红,马二倩,等.两个非离子表面活性剂复配体系的 NMR 研究[J].波普学杂志,2018,35(1):81-87.
- [4] 李刚森,蔡立芳,王培义,等.十二烷基硫酸钠与非离子表面活性剂 AEO₉/6501 复配体系表面活性及动态表面张力研究[J].轻工学报,2016,31(5):51-56.
- [5] 柯回春,耿涛,姜亚洁,等.十二烷基三甲基胺/SDBS 复配体系的表面活性和应用性能研究[J].日用化学工业,2017,47(11):603-607.
- [6] 徐海丽,龙攀峰.烷基糖苷与其他类型表面活性剂的相互作用[J].山东大学学报(理学版),2017,52(1):9-14.
- [7] 张瑶,付美龙,侯宝峰,等.耐温抗盐型嵌段聚醚类阴-非两性离子表面活性剂的制备与性能评价[J].油田化学,2018,35(3):485-487.
- [8] 曹宏伟,张炜婕,郭洛伽,等.椰油酰胺丙基甜菜碱与脂肪醇聚氧乙烯醚羧酸钠复配性能研究[J].应用化工,2018,47(3):517-520.
- [9] 张瑞林,孙永强,郭建国.异构十醇聚氧乙烯醚与阴离子表面活性剂复配体系的性能研究[J].日用化学工业,2017,47(12):677-679. ■